

# Master – Réseaux à temps réel

## Préambule

Ce cours vous présente le principe des réseaux “industriels” avec leur problématique et les solutions trouvées.

## Présentation

Ces réseaux doivent respecter des contraintes de temps assez strictes.

Par exemple, le système de commandes de vol consiste à ce qu’un gyroscope envoie l’orientation d’un avion vers un contrôleur dans un temps court.

Ce type de réseaux utilise des capteurs et des contrôleurs (calculateurs) qui doivent réagir en moins de 5 ms.

Les deux technologies principales des réseaux temps réel sont CAN pour le domaine automobile et AFDX pour le domaine de l’aviation.

## CAN

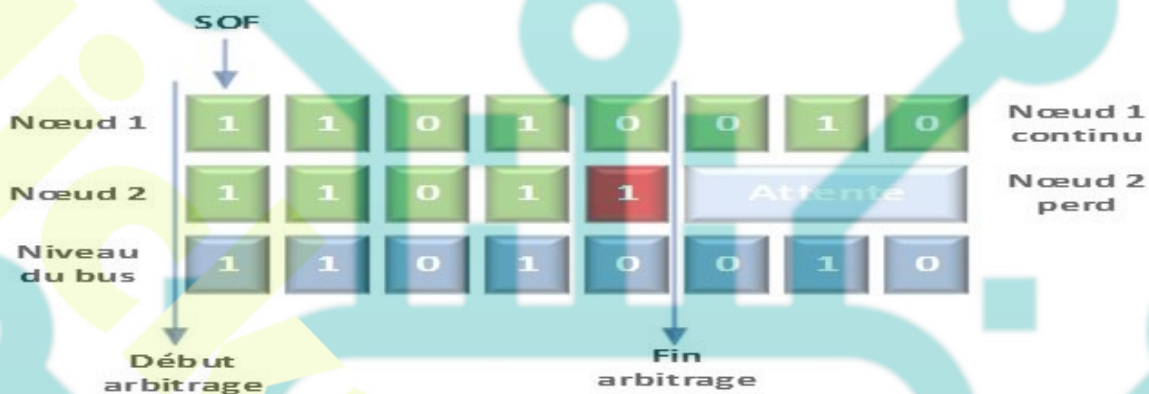
C’est une technologie principalement utilisée dans le domaine automobile mais on la trouve également dans les avions et les satellites.

La méthode d’accès choisie pour ce réseau est le partage de bus CSMA/CR (collision resolution)

Afin d’être traitées en temps réel, les données doivent être transmises rapidement. L’urgence des informations échangées sur le bus varie en fonction des priorités. Par exemple, un capteur de système de régulation des roues, doit être transmis plus souvent avec un retard moindre que d’autres valeurs comme la température du moteur, qui évolue lentement.

Sur le réseau CAN, l’identificateur de chaque message détermine sa priorité.

Le procédé d'attribution du bus est basé sur le principe de l'arbitrage bit à bit, selon lequel les nœuds en compétition, émettant simultanément sur le bus, comparent bit à bit l'identificateur de leur message avec celui des messages concurrents. Les stations de priorité moins élevées perdent l'accès au bus.



Les stations câblées sur le bus doivent gérer le conflit, c'est à dire l'émission simultanée de deux messages. La valeur 0 écrase la valeur 1.

La trame possède un champ identifiant dont un état dominant : l'état logique 0 et un état récessif : l'état logique 1.

Lors de l'arbitrage bit à bit, dès qu'une station émettrice se trouve en état récessif et détecte un état dominant, elle perd la compétition et arrête d'émettre.

Tous les perdants deviennent automatiquement des récepteurs du message, et ne tentent à nouveau d'émettre que lorsque le bus se libère.

## AFDX

La technologie AFDX a été définie dans le cadre de l'aviation civile par Airbus. Airbus voulait utiliser des équipements du commerce a donc porté son choix sur Ethernet.

Cependant, la technique du CSMA/CD fonctionne par réémission aléatoire de trames et ne respecte donc pas les contraintes de temps des réseaux temps réel.

Le choix s'est donc porté sur l'Ethernet commuté en full duplex pour enlever les problèmes de collision.

Pour garantir le respect des contraintes temps réel de transmission de données, les VL (lien virtuel) AFDX sont associés à des spécifications de bande passante.

Ces contrats fixent la taille maximale des trames transmises et le temps minimum entre chaque trame. Ces deux paramètres permettent alors d'évaluer la bande passante maximale d'un VL donné.

Le contrat est pris en charge par les commutateurs qui gèrent ces VL.



Par exemple, si les trames A et B circulent dans un temps de 75 ms et C en 100ms, le temps de calcul le pire pour A pour passer les deux commutateurs va être calculé.

Pour le passage du premier commutateur le temps le pire pour A sera 75 (trame de A) +75 (attendre le passage de B) soit 150 ms.

Pour le passage vers le deuxième commutateur, le pire temps de A sera +100 (passage de C) +75 (passage de B) +75 (passage de A) =250.

Le pire temps de A pour passer les deux commutateurs sera lui de 150+250=400 ms.

Si B se retrouve dans la même situation, le temps sera équivalent.

Pour C le pire temps sera 75+75+100=250 ms (C ne passant pas le premier commutateur)